

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

ОЦЕНКА ЭЛЕМЕНТНОГО СТАТУСА БЕРЕМЕННЫХ
С ИЗБЫТОЧНОЙ МАССОЙ ТЕЛА, ПРОЖИВАЮЩИХ
В ХАНТЫ-МАНСИЙСКОМ АВТОНОМНОМ ОКРУГЕ – ЮГРЕ

С.В. Яковенко

Ханты-Мансийская государственная медицинская академия
Российская Федерация, 628011, г. Ханты-Мансийск, ул. Мира, 40

РЕЗЮМЕ. Неблагоприятные климатические факторы Ханты-Мансийского автономного округа – Югры (ХМАО-Югры) наряду с дисбалансом химических элементов в воде и почве, а также низкие концентрации жизненно важных химических элементов усугубляют адаптацию организма человека к условиям Севера, являются основой для развития заболеваний, окислительного стресса. Исследование показателей элементного статуса у беременных, проживающих в северном регионе, предоставляет возможность изучить влияние внешней среды на состояние здоровья, заболеваемость и антиоксидантную защиту организма в целях профилактики гестационных осложнений и сохранения здоровья новорожденного.

Цель исследования – изучить показатели элементного статуса беременных с избыточной и нормальной массой тела, проживающих в ХМАО-Югре, провести их сравнительный анализ.

Материалы и методы. Обследовали 57 беременных: 30 с избыточной и 27 с нормальной массой тела. В образцах волос беременных методом масс-спектрометрии определяли концентрацию биоэлементов, участвующих в регулировании углеводно-жирового обмена и окислительных процессов: Ca, Mg, Zn, Cr, Fe, Mn, Cu, Se.

Результаты. Установлено, что средний уровень показателей находится в пределах референтных значений. При этом концентрации Ca, Mg, Zn, Cr, Cu, Se ниже у беременных с избыточной массой тела в сравнении с женщинами с нормальной массой тела.

Заключение. Учитывая значимую роль исследуемых элементов в углеводно-липидном обмене и формировании окислительного стресса можно предположить, что нарушение баланса биоэлементов в организме оказывает влияние на развитие патологических состояний, связанных с измененным метаболизмом. В целях нивелирования дисбаланса биоэлементов необходимо проводить с женщинами профилактическую работу, направленную на повышение комплаентности в отношении приема витаминно-минеральных комплексов на этапе прегравидарной подготовки и в течение беременности.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: беременность, избыточная масса тела, микроэлементы.

Для цитирования: Яковенко С.В. Оценка элементного статуса беременных с избыточной массой тела, проживающих в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре. Микроэлементы в медицине. 2024;25(1):40–48. DOI: 10.19112/2413-6174-2024-25-1-40-48.

ВВЕДЕНИЕ

Известно, что проживание человека в северных территориях из-за постоянного воздействия комплекса неблагоприятных климатогеографических факторов сопряжено с активным функционированием систем организма человека, сдвигом микроэлементного гомеостаза, а значит и повышенным риском развития заболеваний (Никитин и др., 2015; Евдокимова и др., 2019).

В Ханты-Мансийском автономном округе – Югре (ХМАО-Югре) кроме климатического воздействия немаловажное значение на здоровье оказывает биогеохимическая среда, отражающая со-

вокупное влияние природно-техногенных факторов. Такое интегральное воздействие на организм можно изучать, исследуя образцы волос человека, как «элементный портрет», который пропорционален элементному составу организма и является объективным показателем (Корчина и др., 2019).

Учеными под руководством профессора А.В. Скального на основании исследования 65 000 образцов волос населения России сделаны выводы о фоновых уровнях химических элементов в различных регионах России, установлены референтные величины содержания биоэлементов в волосах (Скальный, 2018). Поступая в ор-

* Адрес для переписки:

Яковенко Софья Владимировна

E-mail: sofayakovenko@mail.ru

ганизм человека с пищей и водой, микроэлементы участвуют в регулировании функциональных систем и адаптивных процессов организма к внешним условиям среды (Радыш, Скальный, 2015; Миняйло, Корчина, 2022).

Существенное значение микроэлементы приобретают в один из напряженных для организма периодов – период беременности, родов и последующего грудного вскармливания. При отсутствии компенсации недостаточности необходимых биоэлементов до наступления беременности, возникают отклонения в течение гестационного процесса, которые могут влиять на состояние здоровья новорождённых и детей раннего возраста (Музыка и др., 2021; Шарапова и др., 2021). Исследования элементного профиля также показали различие в содержании химических элементов у лиц с нормальной массой тела и ожирением. Спектральный анализ волос является индивидуальным и неинвазивным методом диагностики, предоставляет возможность установить обеспеченность микроэлементами у лиц с отклонениями индекса массы тела и выработать профилактические мероприятия (Пронина, 2019). Метаболический дистресс, возникающий при ожирении, может влиять на уровень микроэлементов, увеличивая выведение и уменьшая биодоступность микроэлементов или перераспределяя их между различными пулами (Fatani et al., 2016). Кроме того, избыточный вес и ожирение до беременности являются основными факторами, определяющими риск прерывания беременности, гестационного диабета, гипертонических состояний, осложнений при родах и материнской смертности (Langley-Evans et al., 2022).

Нарушение углеводно-липидного статуса напрямую связано с развитием ожирения, метаболического синдрома, в его регуляции значимую роль играют отдельные эссенциальные микроэлементы, в частности магний, цинк, хром.

Актуальность данного исследования заключается в установлении особенностей содержания микроэлементов в образцах волос беременных, проживающих в ХМАО-Югре, в зависимости от индекса массы тела, определение состояний дефицита и избытка отдельных эссенциальных элементов.

Ц е л ь р а б о т ы – исследовать уровень обеспеченности микроэлементами беременных ХМАО-Югры и сравнить его с показателями у женщин с повышенным и нормальным ИМТ.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Обследовали 57 беременных. Антропометрический анализ проводили на основании данных медицинской документации, рассчитывали индекс массы тела (ИМТ) (индекс Кетле). В соответствии с Междисциплинарными клиническими рекомендациями «Лечение ожирения и коморбидных заболеваний» (2021) определены группы: 30 беременных с избыточной массой тела – основная группа (группа исследования), где $\text{ИМТ} \geq 25 \text{ кг/м}^2$ и 27 беременных с нормальной массой тела – контрольная группа (ИМТ $18,5\text{--}24,9 \text{ кг/м}^2$).

В образцах волос беременных определяли концентрацию микроэлементов, принимающих участие в регуляции обмена углеводов и липидов – магния (Mg), цинка (Zn) и хрома (Cr), а также элементов, контролирующих окислительные процессы, – железа (Fe), марганца (Mn), кальция (Ca), меди (Cu) и селена (Se).

Исследование образцов волос проводили методом масс-спектроскопией с индуктивно связанной плазмой (МС-ИСП) в лаборатории АНО «Центр биотической медицины» (Москва).

Статистический анализ результатов выполняли с помощью прикладных программ STATISTICA 8.0 и Microsoft Excel. Для описания количественных данных использовали медиану (Me), значения межквартильного интервала $Q_1\text{--}Q_3$. Оценку различий между двумя независимыми и несвязанными малыми выборками параметров с ненормальным распределением производили по U-критерию Манна-Уитни.

При проведении исследования пациентки заполнили письменное добровольное информированное согласие в соответствии с этическими принципами, регламентированными Хельсинской декларацией. Получена положительная экспертная оценка Локального этического комитета Ханты-Мансийской государственной медицинской академии (№ 196 от 20.09.2022).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Исследование образцов волос проводилось у беременных с нормальной и избыточной массой тела, среднее значение ИМТ в основной группе составило $29,7 \text{ кг/м}^2$, в группе контроля $24,6 \text{ кг/м}^2$, средний возраст пациенток – 33,5 года и 32,5 года соответственно.

В табл. 1 представлены показатели концентрации биоэлементов, выявленные в образцах

волос у беременных женщин, проживающих в ХМАО-Югре.

Медианы концентрации эссенциальных биоэлементов находились в диапазоне физиологически оптимальных величин, за исключением марганца. Данный показатель превышал границы оптимальных значений в обеих группах (табл. 1). Уровни содержания в волосах биоэлементов в группе исследования заметно отличались от таковых в контрольной группе.

Отмечено превышение среднего уровня у железа и марганца в основной группе исследования над группой контроля на 13,7 и 17,3% соответственно. В тоже время в группе беременных с избыточной массой тела медианы следующих

элементов ниже, чем в группе беременных с нормальной массой тела: кальция на 19,9%, селена на 7,1%, меди на 17,9%, магния на 11,9%, цинка в 1,6 раза и хрома в 1,8 раза. По методу Манна–Уитни найдено статистически значимое различие между группами по показателю цинка ($p=0,0005$), по другим показателям статистически значимых различий не установлено ($p>0,05$).

Распределение беременных по степени обеспеченности биоэлементами представлено в табл. 2.

Большинство исследуемых беременных женщин адекватно обеспечено жизненно важными биоэлементами (Скальный, 2018; Корчина, Корчин, 2022).

Таблица 1. Концентрация эссенциальных биоэлементов в волосах у беременных женщин, проживающих в ХМАО-Югре (мкг/г)

Биоэлемент	Беременные с избыточной массой тела, $n=30$		Беременные с нормальной массой тела, $n=27$		p
	Me	Q_1-Q_3	Me	Q_1-Q_3	
Железо	14,41	10,40–17,40	12,67	9,47–21,86	0,452
Марганец	3,12	1,83–4,78	2,66	1,88–6,91	0,847
Кальций	741,00	429,00–1387,00	925,00	497,00–1303,00	0,660
Селен	0,399	0,35–0,46	0,42	0,29–0,50	0,637
Медь	13,35	12,50–16,3	16,27	9,78–22,20	0,325
Магний	129,50	83,50–230,00	147,00	94,43–275,00	0,201
Цинк	188,00	168,00–236,00	304,00	210,00–518,00	0,0005
Хром	0,10	0,06–0,23	0,18	0,13–0,21	0,243

Таблица 2. Распределение беременных женщин, проживающих в ХМАО-Югре, по степени обеспеченности эссенциальными биоэлементами (абс /%)

Биоэлемент	Беременные с избыточной массой тела, $n=30$			Беременные с нормальной массой тела, $n=27$		
	Дефицит	Норма	Избыток	Дефицит	Норма	Избыток
Железо	0	27/90,0	3/10,0	0	27/100,0	0
Марганец	0	15/50,0	15/50,0	0	21/77,8	6/22,2
Кальций	2/6,6	28/93,4	0	0	27/100,0	0
Селен	2/6,6	28/93,4	0	0	24/88,9	3/11,1
Медь	1/3,3	29/96,7	0	5/18,5	21/77,8	1/3,7
Магний	3/10,0	26/86,7	1/3,3	0	25/92,6	2/7,4
Цинк	1/3,3	28/93,4	1/3,3	0	23/88,9	4/11,1
Хром	1/3,3	29/96,7	0	1/3,7	26/96,3	0

Как видно из табл. 1, концентрации железа и марганца выше в группе исследования, при этом содержание марганца выше оптимальных значений. Также в обеих группах отсутствуют пациентки с дефицитом этих металлов в образцах волос.

Уровень кальция и селена в группе исследования ниже, чем в контроле, при этом 6,6% пациенток недостаточно обеспечены этими элементами в отличие от группы женщин с нормальной массой тела.

Отмечается дисбаланс по содержанию меди в обеих группах, зафиксировано снижение концентрации металла у 3,3% в группе исследования и значительные отклонения числа пациенток от нормального содержания в группе контроля (недостаточность у 18,5% и избыток у 3,7%).

Как пониженный, так и повышенный уровень магния и цинка в волосах отмечен у беременных с избыточной массой тела. Содержание хрома в волосах у женщин обеих групп соответствует оптимальному значению (табл. 2).

Располагаясь в центральной части Западно-Сибирской низменности, ХМАО-Югра относится к регионам с неблагоприятными природно-климатическими характеристиками для проживания человека, включая экстремальные факторы по отдельным показателям, которые обуславливают повышенные требования к функционированию систем организма (Аверьянова и др., 2023). Адаптация к экстремальным условиям севера сопровождается формированием «полярного типа метаболизма», изменением углеводно-жирового обмена, повышает риск возникновения заболеваний, связанных с метаболическими отклонениями (Никифорова и др., 2018). Изучение обеспеченности беременных женщин эссенциальными биоэлементами является важным для планирования своевременных профилактических мероприятий в целях минимизации риска негативных последствий для матери и новорожденного.

Несмотря на то, что содержание в волосах 7 из 8 исследуемых биоэлементов соответствует референсным значениям, установлены межгрупповые различия в их обеспеченности беременных женщин, а также выявлено статистически значимое снижение концентрации цинка в волосах беременных с избыточной массой тела. Подобные результаты могут быть связаны с той ролью, которую биоэлементы играют в регуляции функций организма.

Исследователями в ХМАО-Югре в течение последних десятилетий уделяется достаточное

внимание изучению химического состава пищевых продуктов и питьевой воды, которые являются источниками микроэлементов для жителей региона. Установлено превышение предельно допустимых концентраций по железу и марганцу в пробах воды в городах ХМАО-Югры на фоне пониженного уровня кальция и магния (Корчина, Корчин, 2022). Известно, что железо и марганец являются жизненно важными биоэлементами для функционирования систем человека, при этом их избыток существенно влияет на активность антиоксидантной системы защиты организма человека, снижая её ресурсы (Корчина и др., 2018). В нашем исследовании у 10% женщин с повышенным ИМТ содержание железа выше оптимального уровня, а также удельный вес пациенток с показателем марганца выше нормального в группе исследования более чем в 2 раза превышает таковой в группе контроля. Железо и марганец обладают прооксидантным эффектом, что влияет на функциональное состояние антиоксидантной системы у беременных с повышенным ИМТ.

Кальций как посредник регулирует экспрессию генов, синтез белка, секрецию, сокращение мышц, метаболизм и апоптоз. В ряде испытаний определена взаимосвязь между потреблением кальция и инсулинорезистентностью при ожирении и метаболическом синдроме, дефицитом элемента в рационе и частотой метаболического синдрома, повышенной массой тела (Такава, 2021). Селен, являясь важным для здоровья человека элементом, многогранно проявляет себя в различных биологических функциях, включая значимое противовоспалительное и антиоксидантное действие. Он присутствует в природе как в органической (селенометионин), так и неорганических (селенит и селенат) формах, играет важную роль в синтезе и функционировании глутатионпероксидазы (GPx), селенопротеина Р, тиоредоксинредуктазы (TrxR) и йодтирониндейодиназы (IDD) (Grzeszczak et al., 2023). Учитывая, что ожирение беременной приводит к усилению воспаления и может характеризоваться признаками повышенного окислительного стресса, важно знать уровень обеспеченности женщины селеном в этот период. В исследованиях Nguyen-Ngo С. (2022) показано, что плацента и жировая ткань отвечают на воспалительный стресс путем усиления продукции и экспрессии провоспалительных цитокинов и хемокинов. При этом дотация селена снижает их уровень и увеличивает количество противовоспалительных

цитокинов и антиоксидантов в плаценте и жировой ткани, индуцированных TNF- α или LPS (Nguyen-Ngo et al., 2022).

Кальций и селен, как и в других исследованиях, в нашем анализе ниже в группе беременных с избыточной массой тела в сравнении с контролем, также установлен дефицит у 6,6% пациенток каждого из указанных элементов.

Являясь кофактором ферментов, медь участвует в работе митохондрий, влияет на антиоксидантную функцию, а также воспалительную реакцию. Сообщалось о роли меди в жировом обмене, о её повышенной концентрации в сыворотке крови при ожирении и повышении содержания купопротеидов, таких как чувствительная к семукарбазиду аминоксидаза (SSAO) и церулоплазмин. Так, церулоплазмин участвует в обмене железа, является маркером воспаления, а SSAO преимущественно экспрессируется в жировой ткани, гладких мышцах и эндотелиальных клетках, причем растворимая форма SSAO высвобождается в кровоток преимущественно из жировой ткани (Yang et al., 2019). В исследованиях ученые отмечают повышенный уровень меди в волосах (Fatani et al., 2016) и сыворотке крови (Тиньков и др., 2020) у женщин с избыточной массой тела и ожирением. В наших данных уровень меди в пределах физиологических значений в обеих исследуемых группах, однако медиана выше в группе с нормальным ИМТ.

Известно, что физиологический уровень магния в организме человека принимает участие в обеспечении углеводно-липидного баланса. Ионы магния в комплексе Mg-АТФ являются незаменимым кофактором киназ, участвуют в регуляции скорости ферментативных реакций углеводного и энергетического метаболизма (Piuri et al., 2021). В связи с этим такие заболевания, как ожирение, метаболический синдром и сахарный диабет 2-го типа часто сопровождаются дефицитом магния (De Baaij et al., 2015). В нашем исследовании все пациентки, несмотря на установленный дефицит магния в водных источниках ХМАО-Югры (Корчина, Корчин, 2022), продемонстрировали обеспечение магнием в оптимальном диапазоне. Отсутствие значимых отклонений в здоровье (ожирения, метаболического синдрома и сахарного диабета 2-го типа) у беременных исследуемых групп объясняет наличие физиологического уровня магния в образцах волос.

Статистически достоверное различие между исследуемыми группами по содержанию цинка в

образцах волос подтверждает роль цинка в развитии ожирения. Так, Zn²⁺ обладает адипотропными эффектами за счет переносчиков цинка, белков цинковых пальцев и Zn- α 2-гликопротеина, что является базой для его участия в процессах формирования ожирения и сахарного диабета 2-го типа (Skalny et al., 2021). Более 300 ферментов и белков считались Zn-зависимыми, регулируемые более чем 2000 транскрипционными факторами, что обуславливает его значительную роль в регуляции метаболизме липидов и углеводов (Prasad, 2014, Chasapis et al., 2020). Также результаты метаанализа продемонстрировали более низкие уровни цинка в сыворотке крови у детей и взрослых с ожирением (Gu et al., 2019). В исследованиях отмечено, что цинк взаимосвязан с общей антиоксидантной активностью сыворотки и рассматривается вместе с другими металлами (селен, хром, ванадий) в качестве протекторов, оказывая антиоксидантное действие (Panchal et al., 2017; Olechnowicz et al., 2018; Тиньков и др., 2020).

Отмечено, что уровень хрома в волосах у беременных женщин с избыточной массой в 1,8 раза ниже, чем у беременных женщин с нормальной массой тела (табл. 1). Хром положительно контролирует содержание глюкозы в крови посредством улучшения передачи сигналов инсулина за счет активации рецептора тирозинкиназы и стимуляции транслокации белка-переносчика глюкозы в адипоцитах; также его добавление предотвращает атерогенную дислипидемию (Genchi et al., 2021). В некоторых исследованиях установлено, что ожирение связано с повышенным уровнем циркулирующей меди, снижением содержания плазменных белков, содержащих хром и другие металлы, что в свою очередь связывает дисбаланс металлов с сопутствующей инсулинорезистентностью и совокупностью патогенных явлений, таких как воспаление, окислительный стресс, аномальный метаболизм глюкозы и дислипидемия (González-Domínguez et al., 2022).

Таким образом, в целом ожирение и избыточная масса тела представляют собой серьезную эпидемиологическую проблему в связи с тем, что входят в число ведущих причин смертности во всем мире, а также связаны с нарушением обмена веществ и одновременно с изменением уровня минералов в организме. В обзорных работах представлена корреляция между ожирением и гипомagneмией, гипоциндемией. Установлено, что снижение уровня хрома связано с метаболи-

ческим синдромом (Banach et al., 2020). Такие показатели установлены и в нашем исследовании среди беременных женщин. Исследования микроэлементного статуса важно для выполнения донозологической диагностики метаболического статуса с целью проведения превентивных мероприятий по профилактике заболеваний у беременных и новорожденных.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Установлено, что показатели эссенциальных биоэлементов, участвующих в углеводно-жировом обмене (магний, хром и цинк), влияющих на окислительные реакции (железо, марганец, кальций, селен) имеют различия между группами исследования и контрольной, в том числе статистически значимые различия по цинку ($p=0,0005$). В группе беременных женщин с избыточной массой тела, в сравнении с женщинами с нормальной массой тела, наибольшая вариативность отклонения показателей от физио-

логических величин встречается у кальция, селена, магния и цинка (дефицитное состояние).

С учетом особенностей состава воды в ХМАО-Югре в образцах волос беременных, постоянно проживающих в северных областях, отмечено увеличенное содержание марганца над оптимальным уровнем, а также превышение железа и марганца в группе исследования.

Учитывая значимую роль исследуемых элементов в углеводно-липидном обмене и формировании окислительного стресса, можно предположить, что нарушение баланса биоэлементов в организме оказывает влияние на развитие патологических состояний, связанных с измененным метаболизмом.

В целях нивелирования дисбаланса биоэлементов необходимо проводить с женщинами профилактическую работу, направленную на повышение комплаентности в отношении приема витаминно-минеральных комплексов на этапе прегравидарной подготовки и в течение беременности.

ЛИТЕРАТУРА

- Аверьянова И.В., Луговая Е.А., Вдовенко С.И., Барбарук Ю.В. Возрастные особенности организма жителей Крайнего Севера на основе построения матриц функционального состояния. *Экология человека*. 2023. 30(1): 41–53. DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco111891>.
- Евдокимова В.П., Бахматова Ю.А., Синицкая Е.Н. Продукты питания как источник обеспечения селеном жителей Европейского Севера России. *Экология человека*. 2019; 9: 59–64. DOI: 10.33396/1728-0869-2019-9-59-64.
- Корчина Т.Я., Миняйло Л.А., Сафарова О.А., Корчин В.И. Сравнительные показатели содержания железа и марганца в волосах у женщин северного региона с различной очисткой питьевой воды. *Экология человека*. 2018; 4: 4–9. DOI: 10.33396/1728-0869-2018-4-4-9.
- Корчина Т.Я., Корчин В.И., Сухарева А.С. и др. Элементный статус взрослых некоренных жителей Ханты-Мансийского автономного округа. *Экология человека*. 2019; 10: 33–40. DOI: 10.33396/1728-0869-2019-10-33-40.
- Корчина Т.Я., Корчин В.И. Сравнительный анализ химического состава природных вод Ханты-Мансийского и Ямало-Ненецкого автономных округов. *Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО*. 2022; 30(1): 43–47. DOI 10.35627/2219-5238/2022-30-1-43-47.
- Миняйло Л.А., Корчина Т.Я. Взаимосвязь концентрации марганца в питьевой воде и биосредах у коренного и некоренного населения Ханты-Мансийского автономного округа. *Научный медицинский вестник Югры*. 2022; 31(1): 76–81. DOI: 10.25017/2306-1367-2022-31-1-76-81.
- Музыка Е.А., Лашенкова Л.И., Ткачева Г.А., Перфилова В.Н. Роль микроэлементов в течении беременности. *Микроэлементы в медицине*. 2021; 22(1): 21–31. DOI: 10.19112/2413-6174-2021-22-1-21-31.
- Никитин Ю.П., Хаснулин В.И., Гудков А.Б. Итоги деятельности Академии полярной медицины и экстремальной экологии человека за 1995–2015 года: современные проблемы северной медицины и усилия ученых по их решению. *Медицина Кыргызстана*. 2015; 2: 8–14.
- Никифорова Н.А., Карапетян Т.А., Доршакова Н.В. Особенности питания жителей Севера (обзор литературы). *Экология человека*. 2018; 11: 20–22. DOI: 10.33396/1728-0869-2018-11-20-25.
- Пронина И.А. Индекс массы тела и особенности микроэлементного состава волос женщин. *Научный диалог: Вопросы медицины: Сборник научных трудов по материалам XIX международной научной конференции, Санкт-Петербург, 15 мая 2019 года*. Санкт-Петербург: Центр Научных Публикаций Международной Объединенной Академии Наук. 2019: 50–52. DOI: 10.18411/spc-15-05-2019-15.
- Радыш И.В., Скальный А.В. Введение в медицинскую элементологию. М.: РУДН, 2015. 200 с.
- Скальный А.В. Микроэлементы. Изд. 4-е, переработанное. М.: «Фабрика блокнотов». 2018. 295 с.
- Тиньков А.А., Айсувакова О.П., Скальная М.Г., Скальный А.В. Взаимосвязь сывороточной концентрации металлов и металлоидов с маркерами метаболического риска женщин с избыточным весом и ожирением. *Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии*. 2020; 23(5): 23–29; <https://doi.org/10.29296/25877313-2020-05-04>.

Шарапова О.В., Смирнова Т.Л., Герасимова Л.И., Журавлева Н.В. Содержание микроэлементов в волосах здоровых женщин репродуктивного возраста Республики Чувашия. Тезисы III Общероссийской научно-практической конференции для акушеров-гинекологов «Оттовские чтения», Санкт-Петербург, 12–13 ноября 2021 года. М.: Издательство журнала *StatusPraesens*. 2021; 34–35.

Banach W., Nitschke K., Krajewska N., Mongiałło W., Matuszak O., Muszyński J., Skrypnik D. The Association between Excess Body Mass and Disturbances in Somatic Mineral Levels. *Int J Mol Sci*. 2020 Oct 3; 21(19): 7306. DOI: 10.3390/ijms21197306.

Chasapis C.T., Ntouna P.S.A., Spiliopoulou C.A., Stefanidou M.E. Recent aspects of the effects of zinc on human health. *Archives of Toxicology*. 2020; 94: 1–18.

De Baaij J.H.F., Hoenderop J.G.J., Bindels R.J.M. Magnesium in man: Implications for health and disease. *Physiol. Rev.* 2015; 95: 1–46. DOI: 10.1152/physrev.00012.2014.

Fatani S.H., Saleh S.A., Adly H.M., Abdulkhalik A.A. Trace Element Alterations in the Hair of Diabetic and Obese Women. *Biol Trace Elem Res*. 2016 Nov; 174(1): 32–39. DOI: 10.1007/s12011-016-0691-6.

Genchi G., Lauria G., Catalano A., Carocci A., Sinicropi M.S. The Double Face of Metals: The Intriguing Case of Chromium. *Appl. Sci*. 2021; 11: 638. DOI: 10.3390/app11020638.

González-Domínguez Á., Millán-Martínez M., Domínguez-Riscart J., Mateos R.M., Lechuga-Sancho A.M., González-Domínguez R. Altered Metal Homeostasis Associates with Inflammation, Oxidative Stress, Impaired Glucose Metabolism, and Dyslipidemia in the Crosstalk between Childhood Obesity and Insulin Resistance. *Antioxidants (Basel)*. 2022 Dec 10; 11(12): 2439. DOI: 10.3390/antiox11122439.

Grzeszczak K., Łanocha-Arendarczyk N., Malinowski W., Ziętek P., Kosik-Bogacka D. Oxidative Stress in Pregnancy. *Biomolecules*. 2023 Dec 9; 13(12): 1768. DOI: 10.3390/biom13121768.

Gu K., Xiang W., Zhang Y., Sun K., Jiang X. The association between serum zinc level and overweight/obesity: A meta-analysis. *European Journal of Nutrition*. 2019; 58(8): 2971–2982.

Langley-Evans S.C., Pearce J., Ellis S. Overweight, obesity and excessive weight gain in pregnancy as risk factors for adverse pregnancy outcomes: A narrative review. *J Hum Nutr Diet*. 2022 Apr; 35(2): 250–264. DOI: 10.1111/jhn.12999.

Nguyen-Ngo C., Perkins A.V., Lappas M. Selenium Prevents Inflammation in Human Placenta and Adipose Tissue in vitro: Implications for Metabolic Diseases of Pregnancy Associated with Inflammation. *Nutrients*. 2022 Aug 11; 14(16): 3286. DOI: 10.3390/nu14163286.

Olechnowicz J., Tinkov A., Skalny A. et al. Zinc status is associated with inflammation, oxidative stress, lipid, and glucose metabolism. *J. Physiol. Sci*. 2018; 68: 19–31.

Panchal S.K., Wanyonyi S., Brown L. Selenium, vanadium, and chromium as micronutrients to improve metabolic syndrome. *Curr. Hypertens. Rep*. 2017; 19:10.

Piuri G., Zocchi M., Della Porta M., Ficara V., Manoni M., Zuccotti G.V., Pinotti L., Maier J.A., Cazzola R. Magnesium in Obesity, Metabolic Syndrome, and Type 2 Diabetes. *Nutrients*. 2021 Jan 22; 13(2): 320. DOI: 10.3390/nu13020320.

Prasad A.S. Impact of the discovery of human zinc deficiency on health. *J Trace Elem Med Biol*. 2014 Oct; 28(4): 357–63. DOI: 10.1016/j.jtemb.2014.09.002.

Skalny A.V., Aschner M., Tinkov A.A. Zinc. *Adv Food Nutr Res*. 2021; 96: 251–310. DOI: 10.1016/bs.afnr.2021.01.003.

Takaya J. Calcium-Deficiency during Pregnancy Affects Insulin Resistance in Offspring. *Int J Mol Sci*. 2021 Jun 29; 22(13): 7008. DOI: 10.3390/ijms22137008.

Yang H., Liu C.N., Wolf R.M., Ralle M., Dev S., Pierson H., Askin F., Steele K.E., Magnuson T.H., Schweitzer M.A., Wong G.W., Lutsenko S. Obesity is associated with copper elevation in serum and tissues. *Metallomics*. 2019 Aug 1; 11(8): 1363–1371. DOI: 10.1039/c9mt00148d.

ASSESSMENT OF THE ELEMENTAL STATUS OF PREGNANT WOMEN WITH EXCESSIVE BODY WEIGHT LIVING IN KHMAO-YUGRA

S.V. Yakovenko

Khanty-Mansiysk State Medical Academy
Mira st., 40, Khanty-Mansiysk, 628011, Russian Federation

ABSTRACT. Unfavourable climatic factors of Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug – Yugra (KhMAO-Yugra) along with the imbalance of chemical elements in water and soil, as well as low concentrations of vital chemical elements aggravate the adaptation of the human organism to the conditions of the North, are the basis for the development of diseases, oxidative stress. The study of elemental status indicators in pregnant women living in the northern region provides an opportunity to study the influence of the external environment on health, morbidity and

antioxidant defence of the organism in order to prevent gestational complications and preserve the health of the newborn.

The aim of the study was to investigate the indicators of elemental status of pregnant women with excessive and normal body weight living in Khanty-Mansi Autonomous Okrug-Yugra and to carry out their comparative analysis.

Materials and methods. We examined 57 pregnant women: 30 with excessive and 27 with normal body weight. The concentration of bioelements involved in the regulation of carbohydrate-fat metabolism and oxylation processes: Ca, Mg, Zn, Cr, Fe, Mn, Cu, Se was determined in hair samples of pregnant women by mass spectrometry.

Results. It was found that the average level of indicators is within the reference values. At the same time, the concentration of Ca, Mg, Zn, Cr, Cu, Se is lower in pregnant women with excess body weight in comparison with women of normal body weight.

Conclusion. Considering the significant role of the studied elements in carbohydrate-lipid metabolism and the formation of oxidative stress, it can be assumed that an imbalance of bioelements in the body affects the development of pathological conditions associated with altered metabolism. In order to level the imbalance of bioelements, it is necessary to carry out preventive work with women aimed at increasing compliance with the intake of vitamin-mineral complexes at the stage of preconception preparation and during pregnancy.

KEYWORDS: pregnancy, excess body weight, trace elements.

For citation: Yakovenko S.V. Assessment of the elemental status of pregnant women with excessive body weight living in KhMAO-Yugra. Trace elements in medicine. 2024;25(1):40–48. DOI: 10.19112/2413-6174-2024-25-1-40-48.

REFERENCES

- Averyanova I.V., Lugovaya E.A., Vdovenko S.I., Barbaruk Yu.V. Age-specific features of the organism of inhabitants of the Far North based on the construction of functional state matrices. *Ekologiya cheloveka*. 2023; 30(1): 41–53. DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco111891> [in Russ.].
- Yevdokimova V.P., Bakhmatova Yu.A., Sinitskaya Ye.N. Foodstuffs as a source of selenium supply for residents of the European North of Russia. *Ekologiya cheloveka*. 2019; 9: 59–64. DOI: 10.33396/1728-0869-2019-9-59-64 [in Russ.].
- Korchina T.Ya., Minyaylo L.A., Safarova O.A., Korchin V.I. Comparative indices of iron and manganese in hair of women from the northern region with different drinking water treatment. *Ekologiya cheloveka*. 2018, 4: 4–9. DOI: 10.33396/1728-0869-2018-4-4-9 [in Russ.].
- Korchina T.Ya., Korchin V.I., Sukhareva A.S. i dr. Elemental status of non-indigenous adults in Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug. *Ekologiya cheloveka*. 2019; 10: 33–40. DOI 10.33396/1728-0869-2019-10-33-40 [in Russ.].
- Korchina T.Ya., Korchin V.I. Comparative analysis of the chemical composition of natural waters in Khanty-Mansi and Yamalo-Nenets Autonomous Okrugs. *Zdorovye naseleniya i sreda obitaniya – ZNiSO*. 2022; 30(1): 43–47. DOI: 10.35627/2219-5238/2022-30-1-43-47 [in Russ.].
- Minyaylo L.A., Korchina T.Ya. Relationship between manganese concentrations in drinking water and biospheres in indigenous and non-indigenous populations in Khanty-Mansi Autonomous Okrug. *Nauchnyy meditsinskiy vestnik Yugry*. 2022\$ 31(1): 76–81. DOI: 10.25017/2306-1367-2022-31-1-76-81 [in Russ.].
- Muzyko E.A., Lashchenova L.I., Tkacheva G.A., Perfilova V.N. The role of micronutrients during pregnancy. *Mikroelementy v meditsine*. 2021; 22(1): 21–31. DOI 10.19112/2413-6174-2021-22-1-21-31 [in Russ.].
- Nikitin YU.P., Khasnulin V.I., Gudkov A.B. Results of the Academy of Polar Medicine and Extreme Human Ecology for 1995–2015: Current Problems of Northern Medicine and Scientists' Efforts to Solve Them. *Meditsina Kirgystana*. 2015; 2: 8–14 [in Russ.].
- Nikiforova N.A., Karapetyan T.A., Dorshakova N.V. Nutrition peculiarities of the inhabitants of the North (literature review). *Ekologiya cheloveka*. 2018, 11:20-22. DOI: 10.33396/1728-0869-2018-11-20-25 [in Russ.].
- Pronina I.A. Body mass index and micronutrient composition of women's hair] *Nauchnyy dialog: Voprosy meditsiny: Sbornik nauchnykh trudov po materialam XIX mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii, Sankt-Peterburg, 15 maya 2019 goda. Sankt-Peterburg: Tsentr Nauchnykh Publikatsiy Mezhdunarodnoy Obyedinennoy Akademii Nauk*. 2019: 50–52. DOI 10.18411/spc-15-05-2019-15 [in Russ.].
- Radysh I.V., Skalnyy A.V. Introduction to medical elementology. M.: RUDN, 2015: 200 [in Russ.].
- Skalny A.V. Trace elements. Ed. 4th, revised M.: «Fabrika bloknotov». 2018. 295 s. (in Russ.).
- Tinkov A.A., Aysuvakova O.P., Skalnaya M.G., Skalny A.V. Relationship of serum concentration of metals and metalloids with markers of metabolic risk of overweight and obese women. *Voprosy biologicheskoy, meditsinskoy i farmatsevticheskoy khimii*. 2020; 23(5): 23–29; <https://doi.org/10.29296/25877313-2020-05-04> [in Russ.].
- Sharapova O.V., Smirnova T.L., Gerasimova L.I., Zhuravleva N.V. Micronutrient content in the hair of healthy women of reproductive age in the Republic of Chuvashia. *Tezisy III Obshcherossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii dlya akusherov-ginekologov «Ottovskiy chteniya», Sankt-Peterburg, 12–13 noyabrya 2021 goda. M.: Izdatelstvo zhurnala StatusPraesens*, 2021: 34–35 [in Russ.].

- Banach W., Nitschke K., Krajewska N., Mongiałło W., Matuszak O., Muszyński J., Skrypnik D. The Association between Excess Body Mass and Disturbances in Somatic Mineral Levels. *Int J Mol Sci.* 2020 Oct 3; 21(19): 7306. DOI: 10.3390/ijms21197306.
- Chasapis C.T., Ntoupa P.S.A., Spiliopoulou C.A., Stefanidou M.E. Recent aspects of the effects of zinc on human health. *Archives of Toxicology.* 2020; 94: 1–18.
- De Baaij J.H.F., Hoenderop J.G.J., Bindels R.J.M. Magnesium in man: Implications for health and disease. *Physiol. Rev.* 2015; 95: 1–46. DOI: 10.1152/physrev.00012.2014.
- Fatani S.H., Saleh S.A., Adly H.M., Abdulkhaliq A.A. Trace Element Alterations in the Hair of Diabetic and Obese Women. *Biol Trace Elem Res.* 2016 Nov; 174(1): 32–39. DOI: 10.1007/s12011-016-0691-6.
- Genchi G., Lauria G., Catalano A., Carocci A., Sinicropi M.S. The Double Face of Metals: The Intriguing Case of Chromium. *Appl. Sci.* 2021; 11: 638. DOI: 10.3390/app11020638.
- González-Domínguez Á., Millán-Martínez M., Domínguez-Riscart J., Mateos R.M., Lechuga-Sancho A.M., González-Domínguez R. Altered Metal Homeostasis Associates with Inflammation, Oxidative Stress, Impaired Glucose Metabolism, and Dyslipidemia in the Crosstalk between Childhood Obesity and Insulin Resistance. *Antioxidants (Basel).* 2022 Dec 10; 11(12): 2439. DOI: 10.3390/antiox11122439.
- Grzeszczak K., Łanocha-Arendarczyk N., Malinowski W., Ziętek P., Kosik-Bogacka D. Oxidative Stress in Pregnancy. *Biomolecules.* 2023 Dec 9; 13(12): 1768. DOI: 10.3390/biom13121768.
- Gu K., Xiang W., Zhang Y., Sun K., Jiang X. The association between serum zinc level and overweight/obesity: A meta-analysis. *European Journal of Nutrition.* 2019; 58(8): 2971–2982.
- Langley-Evans S.C., Pearce J., Ellis S. Overweight, obesity and excessive weight gain in pregnancy as risk factors for adverse pregnancy outcomes: A narrative review. *J Hum Nutr Diet.* 2022 Apr; 35(2): 250–264. DOI: 10.1111/jhn.12999.
- Nguyen-Ngo C., Perkins A.V., Lappas M. Selenium Prevents Inflammation in Human Placenta and Adipose Tissue in vitro: Implications for Metabolic Diseases of Pregnancy Associated with Inflammation. *Nutrients.* 2022 Aug 11; 14(16): 3286. DOI: 10.3390/nu14163286.
- Olechnowicz J., Tinkov A., Skalny A. et al. Zinc status is associated with inflammation, oxidative stress, lipid, and glucose metabolism. *J. Physiol. Sci.* 2018; 68: 19–31.
- Panchal S.K., Wanyonyi S., Brown L. Selenium, vanadium, and chromium as micronutrients to improve metabolic syndrome. *Curr. Hypertens. Rep.* 2017; 19:10.
- Piuri G., Zocchi M., Della Porta M., Ficara V., Manoni M., Zuccotti G.V., Pinotti L., Maier J.A., Cazzola R. Magnesium in Obesity, Metabolic Syndrome, and Type 2 Diabetes. *Nutrients.* 2021 Jan 22; 13(2): 320. DOI: 10.3390/nu13020320.
- Prasad A.S. Impact of the discovery of human zinc deficiency on health. *J Trace Elem Med Biol.* 2014 Oct; 28(4): 357–63. DOI: 10.1016/j.jtemb.2014.09.002.
- Skalny A.V., Aschner M., Tinkov A.A. Zinc. *Adv Food Nutr Res.* 2021; 96: 251–310. DOI: 10.1016/bs.afnr.2021.01.003.
- Takaya J. Calcium-Deficiency during Pregnancy Affects Insulin Resistance in Offspring. *Int J Mol Sci.* 2021 Jun 29; 22(13): 7008. DOI: 10.3390/ijms22137008.
- Yang H., Liu C.N., Wolf R.M., Ralle M., Dev S., Pierson H., Askin F., Steele K.E., Magnuson T.H., Schweitzer M.A., Wong G.W., Lutsenko S. Obesity is associated with copper elevation in serum and tissues. *Metallomics.* 2019 Aug 1; 11(8): 1363–1371. DOI: 10.1039/c9mt00148d.